

Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»




**Методические указания по выполнению  
практических работ по дисциплине  
ОП.01.03 «Техническая механика с основами технических  
измерений»  
по профессии 35.02.27 Мастер сельскохозяйственного производства**

2023

Рассмотрено на заседании методической комиссии  
тех. дисциплин

Протокол №1 от «28 августа 2023г

Председатель МК

 Н.В.Склясова

Зам. директора

 Л.Н.Петрова

Методические указания для студентов по выполнению практических работ по дисциплине ОП. 01.03 Техническая механика с основами технических измерений для профессии 35.01.27 Мастер сельскохозяйственного производства

Организация разработчик: ГБПОУ «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»

Разработчик: Шахов А.И., преподаватель

## Введение

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине основы материаловедения, разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины ОП.01. 03 Техническая механика с основами технических измерений и предназначены для студентов I курса по профессии 35.01.27 Мастер сельскохозяйственного производства.

Программой предусмотрены практические работы в объеме 14 часов.

Выполнение практических работ направлено на закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических умений и достижение следующих результатов:

- овладение умениями применять полученные знания на практике;
- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельной работы;
- воспитание убежденности в активной роли технической механики с основами технических измерений в жизни современного общества, необходимости грамотного подхода в конструировании и разработке.
- применение полученных знаний и умений для использования своих знаний в дальнейшей трудовой деятельности.

Методические указания содержат подробные инструкции для выполнения практических работ по изучаемому курсу техническая механика с основами технических измерений.

Любое испытание механизма начинается с изучения материалов, поэтому в процессе проведения практических занятий формируются навыки точного измерения, расчета и определения искомой величины.

Описание хода практических занятий включает:

- цель;
- инструменты;
- краткий теоретический материал;
- порядок выполнения работы;
- вопросы для закрепления материала к практическому занятию;
- критерии оценки выполнения работ.

Выполнение практических работ способствует формированию умений, направленных на развитие следующих общих компетенций:

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК. 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК.07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

Обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

ПК. 1.1 Определять техническое состояние автомобильных двигателей

ПК.1.4. Определять техническое состояние ходовой части и механизмов управления автомобиле

## **1. Правила техники безопасности при выполнении практических работ**

1. Все обучающиеся, приступая к практическим работам, должны ознакомиться с правилами работы в и расписаться в журнале по технике безопасности.
2. Работы проводятся только с разрешения преподавателя.
3. Все электроприборы должны быть заземлены.
4. Студенты обязаны осторожно обращаться с приборами и оборудованием.
5. По окончании работы приборы должны быть отключены от сети.

## **2. Методические указания для студентов**

### **Последовательность выполнения практических работ**

1. Подготовка к практической работе (выполнение домашнего задания по изучению и повторению учебного материала, связанного с работой).
2. Проверка знаний – теоретической готовности к выполнению практической работы (вопросы для повторения).
4. Самостоятельное выполнение работ под наблюдением и контролем преподавателя.
5. Оформление практической работы.
6. Проверка результатов выполнения работы.
7. Подведение итогов.

### **Правила оформления практических работ**

1. Результаты практической работы и выводы оформляются в специальной тетради.
2. Схему оформления практической работы можно представить в следующем виде:

Практическая работа №\_ Название практической работы: «\_\_»

Цель работы: \_\_\_\_\_

Оборудование: \_\_\_\_\_

Ход работы (кратко, можно в виде схемы): \_\_\_\_\_

Наблюдения и/или уравнения \_\_\_\_\_

Вывод: \_\_\_\_\_

Контрольные вопросы и задания:

### **Критерии оценки выполнения практической работы :**

Оценка «5» - студент обладает системными теоретическими знаниями, без ошибок самостоятельно дает ответы на вопросы в полном объеме, все задачи решены верно. Оценка «4» - студент обладает теоретическими знаниями ответы на вопросы дает в полном объеме, все задачи решены верно, но допущены неточности или несущественные ошибки при оформлении документов. Оценка «3» - студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями, дает ответы на вопросы, все задачи решены, но допущены существенные ошибки и неточности. Оценка «2» - студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний, ответы на вопросы не дает, задачи не решены.

## Практическая работа №1.

### Тема: «Чтение схем зубчатых и червячных передач»

- Цель:** 1. Знать правила чтения схем зубчатых и червячных передач;  
2. Уметь читать схемы зубчатых и червячных передач;  
3. Развивать познавательный интерес к предмету;  
4. Развивать логическое мышление.

**Форма отчета:** выполненная работа представляется преподавателю в рабочей тетради по дисциплине техническая механика.

1. В результате выполнения работы студент будет уметь:

- читать кинематические схемы;
  - проводить сборочно-разборочные работы в соответствии с характером соединений деталей и сборочных единиц;
  - производить расчет прочности несложных деталей и узлов;
  - подсчитывать передаточное число;
  - пользоваться контрольно-измерительными приборами и инструментом;
- знать:

- виды машин и механизмов, принцип действия, кинематические и динамические характеристики;
- типы кинематических пар;
- характер соединения деталей и сборочных единиц;
- принцип взаимозаменяемости;
- основные сборочные единицы и детали;
- типы соединений деталей и машин;
- виды движений и преобразующие движения механизм
- виды передач; их устройство, назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- передаточное отношение и число;
- требования к допускам и посадкам;
- принципы технических измерений;
- общие сведения о средствах измерения и их классификацию.

**2. Обеспеченность занятия (средства обучения):** доска, мел, раздаточный материал.

2.1 Инструменты: линейка, циркуль, карандаш, ластик.

2.2 Оборудование: схемы.

2.3 Технические средства обучения

- мультимедийный проектор,
- интерактивная доска,
- компьютер

2.4 Литература

1. Вереина Л.И. Техническая механика :Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М.Краснов. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 288с.

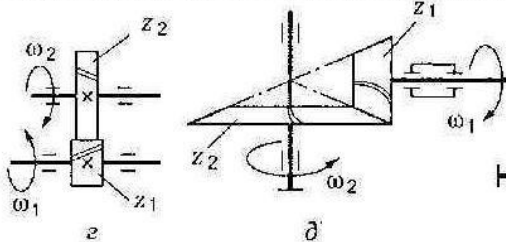
2. Атаров Н.М. Сопrotивление материалов в примерах и задачах. Учебное пособие. М.; ИНФРА – М., 2016 г.

2.5.Электронные ресурсы - <https://studfile.net> - <https://infopedia.su>

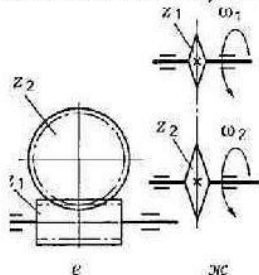
### 3. Краткие теоретические материалы по теме практической работы

Схемами называются конструкторские документы, на которых отдельные элементы изделия, их расположение и взаимная связь показываются условно. Схема является особым типом чертежей, на которых при помощи условных графических и цифровых обозначений определяется принцип работы устройства. Виды и типы схем, их обозначение и технические требования к ним регламентируются соответствующим государственным стандартом. В зависимости от характера входящих в устройство элементов и связи между ними схемы делятся на виды, каждый из которых обозначается буквой: кинематические - К, электрические - Э, гидравлические - Г, пневматические - П. По назначению схемы делятся на следующие 7 типов: структурные схемы (обозначается цифрой 1), функциональные схемы (2), принципиальные схемы (3), схемы соединения (4), схемы подключения (5), общие схемы (6) и схемы расположения (7). Кинематические схемы служат для изучения принципа работы машин и механизмов, выполнения кинематических расчётов, определения направления вращения, числа оборотов, а также при сборке, испытании, наладке. Кинематические схемы выполняются в виде развёртки, т.е. все оси и валы условно располагаются в одной плоскости. На кинематических схемах валы, стержни, оси и т.п. изображаются сплошными основными линиями, а элементы - тонкими линиями.

- Цилиндрическая и коническая зубчатые передачи:



- Червячная (зубчато-винтовая) и цепная передача:



## 4. Порядок выполнения работы

4.1 Вопросы для закрепления теоретического материала к практической работе

1. Назовите виды и типы схем.
2. Перечислите общие требования к выполнению схем.
3. Дайте характеристику перечню элементов.

### 4.2 Самостоятельная работа обучающихся.

#### Задания для практической работы

1. Определить название схемы;

2. Последовательно по условным обозначениям определить каждый элемент цепи;
3. Установить его назначение и характер передачи движения;
4. Записать данные в тетрадь.

### **1. Контроль и оценка результатов освоения темы учебной дисциплины** **Контрольные вопросы и задания.**

Перечислить правила построения схем.

## **Практическая работа №2.**

**Тема: Изображение и обозначение неразъемных соединений.**

**Цель занятия:** Изучить изображения и обозначения на чертежах неразъемных соединений.

Перед практическим занятием студент должен ознакомиться с ГОСТами: 2.312-72, 2601-84, 8713-79, 14771-76, 14776-79, 17349-79, 2.313-82

**Вопросы для подготовки к занятию:**

1. Какие соединения относят к неразъемным?
2. Какие существуют виды сварных соединений?
3. Какие данные входят в структуру упрощенного обозначения шва сварного соединения?
4. Как на чертеже изображаются и обозначаются соединения пайкой и склеиванием?
5. Какова характерная особенность обозначения одинаковых швов?

**Задание 1. Пример.** Вычертить основные виды неразъемных соединений (сварка, пайка, склеивание).

Образец выполнения задания представлен на рис. 11.

**Методические рекомендации по выполнению задания 1.**

1. Изучить ГОСТы 2.312-72, 2601-84, 8713-79, 14771-76, 14776-79, 17349-79, 2.313-82

2. Выделить на листе бумаги (формат А3) соответствующее место под каждый вид неразъемных соединений.

3. Вычертить соединение деталей сваркой. Обозначить швы. (рис.11).

4. Вычертить соединение деталей пайкой и склеиванием. Обозначить швы. (рис.11)



5. Дать условные обозначения неразъемных соединений.

6. Проверить правильность всех построений и сделать обводку изображений.

В графе 1 основной надписи написать: неразъемные соединения.

**Индивидуальное задание:**

По вариантам заданий таблицы 3 вычертить и обозначить сварные соединения.

Структура условного обозначения сварного шва должна содержать:

1) Обозначение вспомогательных знаков.

2) Обозначение стандарта на данный сварной шов.

3. Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту.

4. Обозначение способа сварки по стандарту.

5. Знак и размер шва.

6. Длина прерывистого участка, знак расположения швов и размер шага.

7. Шов по незамкнутой линии, поясненной на чертеже.

8. Указания о контроле шва.

**Методические рекомендации по выполнению индивидуального задания те же, что и в задании 1.**

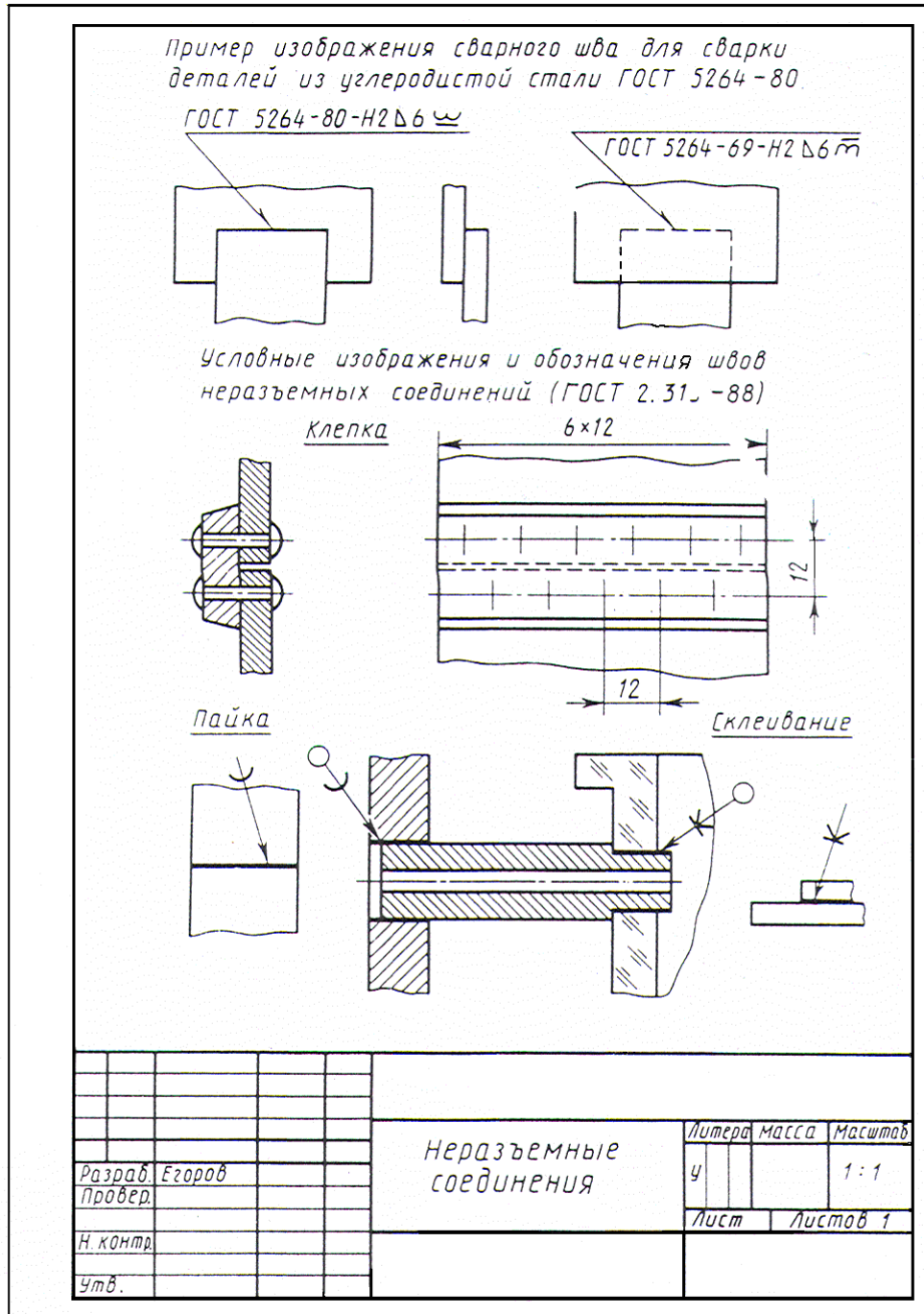


Рис. 11

**Варианты индивидуальных заданий на сварные соединения.**

Вариант задания студент выбирает из таблицы 3, согласно номера в списке

Таблица 3..

№ варианта	Вид соединения, обозначение и размеры шва.						
	Стыковое	Угловое	Размер катета, мм	Тавровое	Размеры катета и прерывистого шва, мм	Внахлестку	Размеры катета и прерывистого шва, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1, 16	C4	У2	5	T7	-	H1	5-15Z30
2, 17	C2	У9	-	T1	5	H2	5
3, 18	C15	У7	-	T3	5	H1	5-10Z20
4, 19	C5	У8	-	T4	5-10Z20	H2	5
5, 20	C4	У2	5	T7	-	H1	5-15Z30
6, 21	C2	У9	-	T4	5-20Z40	H2	5
7, 22	C15	У7	-	T3	5	H1	5-20Z40
8, 23	C5	У8	-	T4	5-15Z30	H2	5
9, 24	C4	У2	5	T7	-	H1	5-10Z20
10,	C2	У7	-	T2	5-20Z40	H2	5
25	C15	У8	-	T3	5	H1	5-15Z30
11,	C5	У9	-	T5	5-10Z20	H2	5
26	C4	У7	-	T3	5	H1	5-20Z40
12,	C2	У2	5	T4	5-20Z40	H2	5 5-15Z30
27	C15	У9	-	T1	5	H1	
13,							
28							
14,							
29							
15,							
30							

### Отчет по практическому заданию:

В ходе выполнения практического занятия были изучены основные виды неразъёмных соединений и их обозначения.

## Практическая работа №3

### Тема: Изучения подшипников качения

**Цель работы:** изучить конструкцию основных подшипников качения, ознакомиться с классификацией и системой условных обозначений подшипников.

### Общие теоретические сведения

#### Классификация и условные обозначения подшипников качения

Подшипники являются опорами валов. Они воспринимают от валов нагрузки и передают их на корпус и раму машины.

Подшипники качения (рис. 11.1) разделяют (ГОСТ 3395-75) по направлению воспринимаемой нагрузки на:

- радиальные, предназначенные для восприятия чисто радиальной нагрузки или способные также зафиксировать валы в осевом направлении и воспринимать небольшие осевые нагрузки;
- радиально-упорные для восприятия комбинированной радиальной и осевой нагрузки;
- упорные, предназначенные восприятия для осевой нагрузки;
- упорно-радиальные для восприятия осевой и небольшой радиальной нагрузки.

По форме тел качения подшипники разделяют на шариковые (рис. 11.1) и роликовые (рис. 11.2).

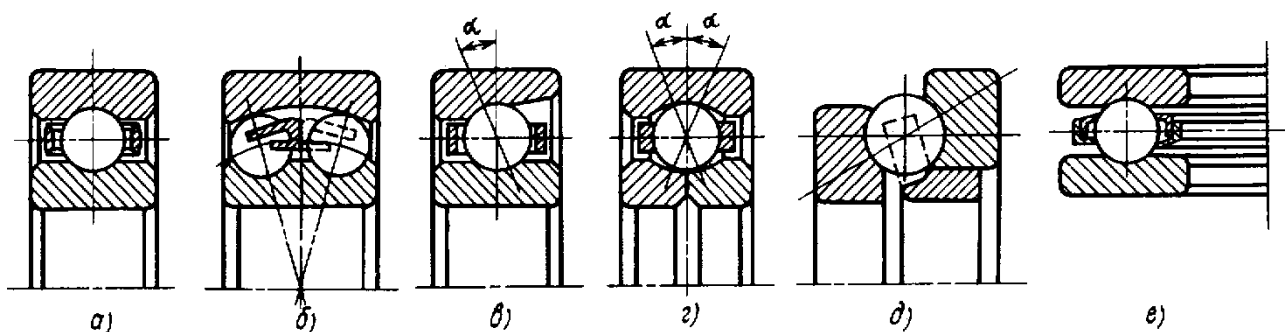


Рис. 11.1. Основные типы шарикоподшипников:

а, г – радиальные; б – сферический двухрядный; в – радиально-упорный; д – упорно-радиальный; е - упорный

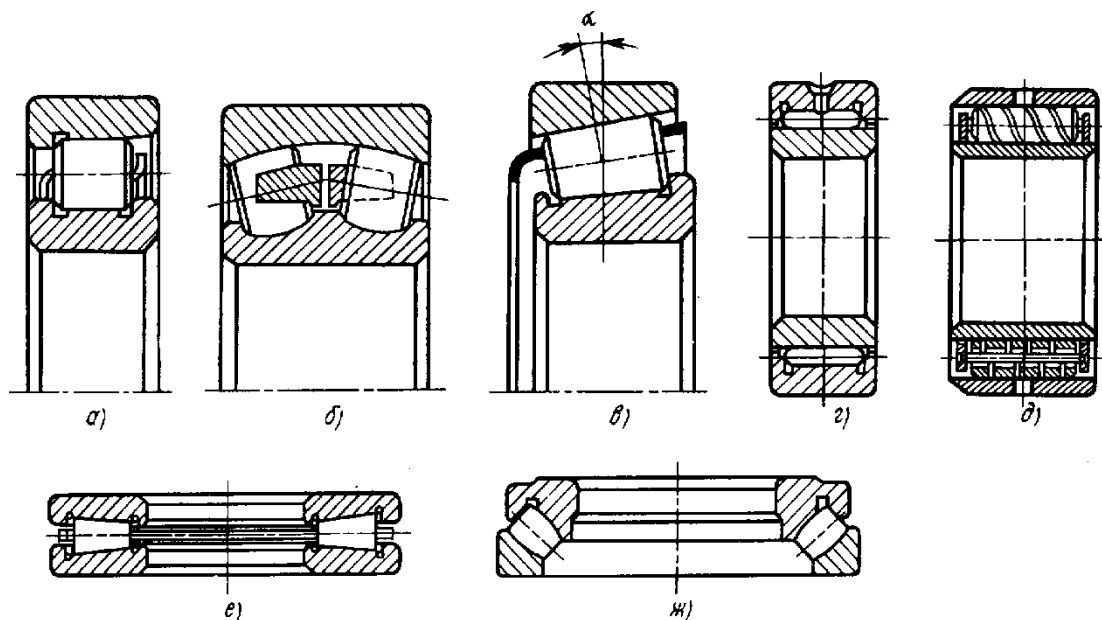


Рис. 11.2. Основные типы роликоподшипников: а – радиальный; б – сферический двухрядный; в – конический радиально-упорный; г – игольчатый; д – с витыми роликами; е – упорно-радиальный; ж - упорный

Роликоподшипники выполняют следующих типов: с короткими цилиндрическими роликами, с длинными цилиндрическими роликами, с коническими роликами, с бочкообразными роликами, с игольчатыми роликами, с витыми роликами.

Шарикоподшипники в среднем более быстроходны. Роликоподшипники имеют более высокую (в среднем на 50-70%) грузоподъемность.

По способности самоустанавливаться подшипники делятся на самоустанавливающиеся и несамоустанавливающиеся.

По числу рядов тел качения подшипники делят на однорядные и многорядные.

Подшипники качения выполняют в стандартных габаритах. По габаритным размерам подшипники разделяют на размерные серии: по радиальным размерам на 7 серий (две серии сверхлегкие, две серии особо легкие, легкая, средняя и тяжелая) и по ширине на 4 серии (узкая, нормальная, широкая, особо широкая). Основное распространение имеют особо легкие, легкие и средние серии подшипников.

Подшипники имеют условные обозначения, составляемые из цифр и букв.

Цифры 6, 5, 4, 2, стоящие через тире перед условным обозначением подшипника, обозначают его класс точности в порядке возрастания точности. Класс 0 не указывается. Перед классом точности проставляется ряд радиального зазора. При нормальном ряде радиального зазора его обозначение опускается.

Две первые цифры, считая справа, обозначают внутренний диаметр

подшипника. Для подшипников с внутренним диаметром от 20 до 495 мм эти цифры соответствуют внутреннему диаметру, деленному на 5.

Для следующих величин внутренних диаметров введено иное обозначение (две цифры справа):

Диаметр (мм)	Обозначение
10	00
12	01
15	02
17	03

Для всех подшипников с внутренними диаметрами до 9 мм включительно первая цифра справа указывает фактический размер внутреннего диаметра подшипников в мм, при этом вторая цифра обозначает серию (например, 25 - легкая серия (2), внутренний диаметр 5 мм).

Третья цифра справа обозначает серию подшипников, кроме малых (до 9 мм включительно): 1 – основную из особо легких серий, 2 – легкую, 3 – среднюю, 4 – тяжелую, 5 – легкую широкую, 6 – среднюю широкую и т. д.

Четвертая цифра обозначает тип подшипников: 0

– радиальный шариковый;

1 – радиальный шариковый сферический;

2 – радиальный с короткими цилиндрическими роликами; 3 – радиальный роликовый сферический;

4 – радиальный роликовый с длинными цилиндрическими роликами или игольчатый;

5 – радиальный роликовый с витыми роликами; 6 – радиально-упорный шариковый; 7 – роликовый конический; 8 – упорный шариковый; 9 – упорный роликовый.

Пятая или пятая и шестая цифры справа обозначают конструктивные особенности подшипников (угол контакта шариков в радиально-упорных подшипниках, наличие стопорной канавки на наружном кольце и т.п.).

Седьмая цифра справа обозначает серию габаритов подшипников по ширине.

Справа от условного обозначения подшипника могут проставляться буквы, характеризующие отличия в материале деталей, дополнительные требования к подшипнику по шуму, чистоте обработки поверхностей и т.д.

Например:

Г – сепаратор из черных металлов;

Б – сепаратор из безоловянистой бронзы;

- Л – сепаратор из латуни;
- У – дополнительные требования к шероховатости поверхности деталей;
- С – подшипники закрытого типа при заполнении смазочным материалом;
- Т – специальные требования к твердости и механическим свойствам;
- Е – текстолитовый сепаратор;
- Р – детали подшипника изготовлены из теплоустойчивых сталей;
- К – имеются конструктивные изменения в деталях подшипников.

### Основные типы подшипников качения и их характеристики

1. Шариковый радиальный однорядный подшипник в основном предназначен для восприятия радиальных нагрузок, но может воспринимать и небольшие осевые нагрузки. Обеспечивают осевое фиксирование вала в пределах своего осевого зазора, удовлетворительно работает при перекосе колец не более  $8^{\circ}$ , является наиболее массовым типом подшипников.

2. Шариковый радиальный двухрядный сферический подшипник предназначен для восприятия радиальных нагрузок в условиях возможности значительных (до  $4^{\circ}$ ) перекосов колец подшипников вследствие несоосности отверстий под подшипники (в разных корпусах) и больших упругих деформаций валов. Подшипник допускает осевую фиксацию вала и очень небольшую нагрузку

3. Шариковый радиально-упорный подшипник предназначен для восприятия радиальных и односторонних осевых нагрузок. Может воспринимать чисто осевую нагрузку. Один из бортов наружного или внутреннего кольца срезан почти полностью, что позволяет закладывать в подшипник на 135 больше шариков того же диаметра, чем в обычный радиальный шариковый подшипник. Подшипники выполняют с номинальными углами контакта шариков с кольцами  $\beta = 12^{\circ}$  (тип 36000),  $\beta = 26^{\circ}$  (тип 46000),  $\beta = 36^{\circ}$  (тип 66000). Радиальная грузоподъемность этих подшипников на 30 – 40% больше, чем у шариковых радиальных. Шариковые радиально-упорные подшипники чувствительны к перекосам, характеризуются сравнительно малой радиальной и осевой жесткостью. С целью обеспечения регулировки величины зазора между шариками и кольцами, а также для восприятия двухсторонних осевых нагрузок устанавливают эти подшипники парно. Применяют подшипники при средних и высоких частотах вращения.

4. Шариковый упорный подшипник предназначен для восприятия осевых нагрузок. Удовлетворительно работает при средних и низких частотах вращения.

На горизонтальных валах он работает хуже, чем на вертикальных, и требует хорошей регулировки или постоянного поджатия колец пружинами.

5.Роликовый радиальный подшипник с короткими роликами предназначен для восприятия повышенных радиальных нагрузок. Грузоподъемность его на несколько десятков процентов выше грузоподъемности однорядного радиального шарикового. Весьма чувствителен к перекосам осей колец, в связи с чем требует жестких валов и точной соосности посадочных мест. Допускает некоторое взаимное осевое смещение колец, а поэтому удобен в случае больших температурных деформаций валов, при необходимости осевой самоустановки валов (например, валов с шевронными зубчатыми колесами). Кроме подшипников основного типа с бортами на внутреннем кольце, применяют подшипники с бортами на наружном кольце, с дополнительным бортом или упорной шайбой.

6.Роликовый радиальный двухрядный сферический подшипник предназначен для восприятия особо больших радиальных нагрузок при возможности значительных ( $0,5 - 2,5^0$ ) перекосов колец, но очень чувствителен к осевым нагрузкам.



Дорожка качения наружного кольца выполнена по сферической поверхности. Ролики имеют форму симметричной или несимметричной бочки. Подшипники обладают высокими эксплуатационными показателями, но технологически наиболее сложны.

7. Роликовый радиально-упорный конический подшипник предназначен для восприятия совместно действующих радиальных и односторонних осевых нагрузок при средних скоростях. Радиальная грузоподъемность значительно выше, чем у радиального однорядного шарикоподшипника. Подшипник имеет весьма широкое применение в машиностроении. Отличается удобством сборки, разборки и регулировки зазоров. Подшипники особо чувствительны к перекосу осей. С целью обеспечения регулировки зазора между роликами и кольцами, а также восприятия двухсторонних осевых нагрузок подшипники устанавливают попарно.

8. Роликоподшипник игольчатый применяют при очень стесненных радиальных габаритах, при колебательном движении вала и малых скоростях. Подшипник обладает высокой радиальной грузоподъемностью, но осевых нагрузок не воспринимает. Иглы имеют диаметр 1,6...6 мм и длину, в 4...10 раз превосходящую диаметр. Иглы устанавливают без сепаратора или с сепаратором. Для максимального уменьшения радиальных габаритов применяют комплект игл в сепараторе без колец или с одним кольцом.

Стоимость подшипников зависит от их размеров, класса точности, сложности конструкции, типа сепаратора, массовости выпуска. Если стоимость радиальных однорядных шарикоподшипников условно принять за единицу, то подшипники сферические того же диаметра имеют примерно ту же стоимость; упорные шарикоподшипники на 12...15% дешевле; радиально-упорные подшипники с латунным сепаратором в 2...2,5 раза дороже; конические подшипники на 30...75% дороже; цилиндрические роликоподшипники со стальным сепаратором в 1,2...1,6 раза дороже; сферические роликоподшипники дороже более чем в 2 раза.

Соотношения стоимостей подшипников, отнесенные к динамической грузоподъемности, иные: самыми дешевыми оказываются конические роликоподшипники. Наиболее резко стоимость растет с повышением класса точности.

Приборы \_\_\_\_\_ и оборудование: \_\_\_\_\_ Наборы подшипников качения, мерительный инструмент.

### **Содержание работы**

1. Ознакомиться с инструкцией по охране труда и технике безопасности.
2. Получить у преподавателя набор подшипников и мерительный инструмент.
3. По справочной литературе ознакомиться с классификацией подшипников качения.
4. Ознакомиться с конструкцией подшипника.
5. Произвести замеры основных геометрических параметров подшипника ( $d$  – внутренний диаметр;  $D$  – наружный диаметр;  $B$  – ширина подшипника).
6. Ознакомиться с условным обозначением подшипника.
7. Повторить пункты 4...6 для каждого подшипника из полученного набора.
8. Убрать рабочее место.

Отчет по практической работе состоит из следующих разделов:

1. Дать расшифровку условного обозначения подшипника.
  2. Выполнить эскиз подшипника, проставить его основные размеры.
  3. Найти в справочной литературе изучаемый подшипник, выписать его действительные размеры.
  4. Сравнить результаты выполненных измерений с табличными данными.
  5. Дать краткую характеристику подшипника.
  6. Дать сравнительную оценку изучаемых типов подшипников качения.
- Ответить на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

1. Из каких деталей состоит подшипник качения? Какова роль сепараторов в подшипниках качения?

2. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
3. Как классифицируются подшипники качения по направлению воспринимаемой нагрузки, по форме тел качения и по габаритным размерам?
4. Какие различают основные типы шарико- и роликоподшипников по конструкции и где они применяются?
5. Определите тип и размер внутреннего диаметра подшипников, имеющих условные обозначения: например, 408, 7206, 2306 и т.д.
6. Из каких материалов изготавливают тела качения, кольца, сепараторы подшипников?

### Практическая работа №4

#### Тема: Изучение конструкций ременных передач

**Цель работы** – изучение конструкций и кинематических характеристик ременных передач.

Ременные передачи относятся к передачам с гибкими связями. Ременная передача является фрикционным механизмом и служит для передачи вращательного движения на большие расстояния.

Ременная передача (рис.1.1) состоит из двух шкивов 1 и 2, связанных ремнем 3 и натяжного устройства 4, обеспечивающего передачу движения за счет сил трения.

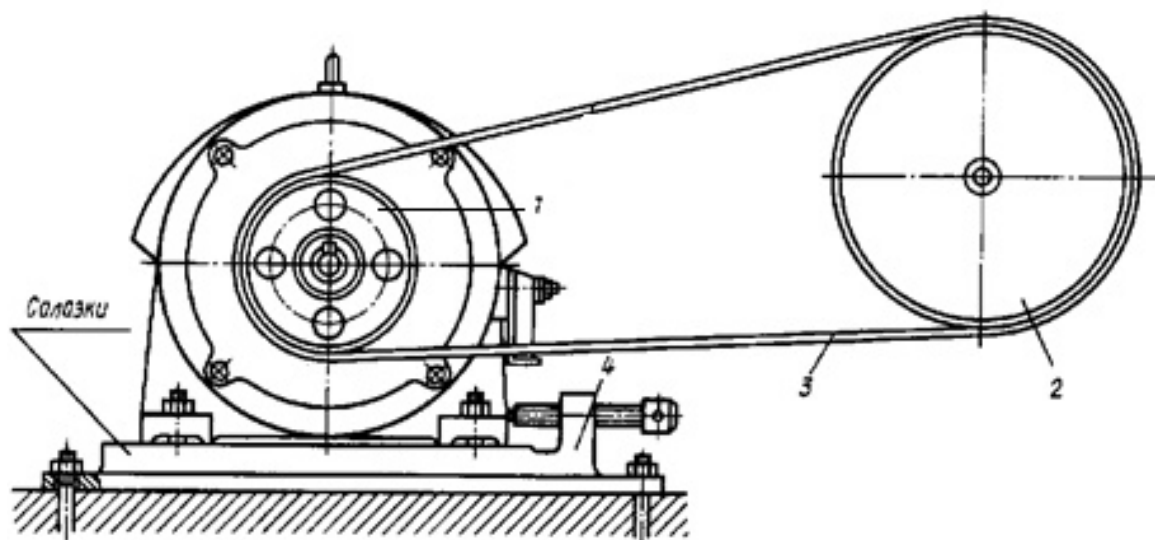


Рис.1.1. Схема ременной передачи:

1 – ведущий шкив, 2 – ведомый шкив, 3- ремень, 4 – натяжное устройство

По типу ремней передачи делят на плоско-ременные (рис.1.2, а, б), клиноременные (рис.1.2, в) круглоременные (рис. 1.2, г, д).

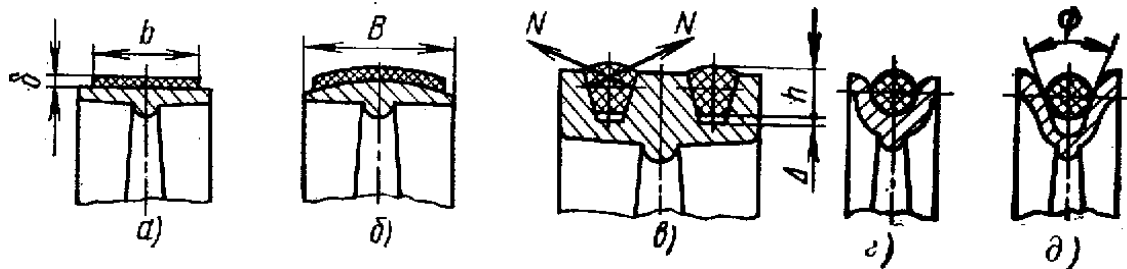


Рис.1.2. Типы ремней

Ременная передача является одним из старейших типов механических передач, сохранивших свое значение до последнего времени. Основные преимущества ременной передачи: возможность передачи движения на значительное расстояние (до 15 м и более); плавность и бесшумность работы, обусловленные эластичностью ремня и позволяющие работать при высоких скоростях; предохранение механизмов от резких колебаний нагрузки вследствие упругости ремня; предохранение механизмов от перегрузки за счет возможного проскальзывания ремня; простота конструкции и эксплуатации (передача не требует смазки).

Основными недостатками ременной передачи являются: повышенные габариты (для одинаковых условий диаметры шкивов примерно в пять раз больше диаметров зубчатых колес); некоторое непостоянство передаточного отношения, вызванное зависимостью скольжения ремня от нагрузки; повышенная нагрузка на валы и их опоры, связанная с большим предварительным натяжением ремня (увеличение нагрузки на валы в 2...3 раза по сравнению с зубчатой передачей); низкая долговечность ремней (в пределах от 1000 до 5000 ч).

Ременные передачи применяют преимущественно в тех случаях, когда по условиям конструкции валы расположены на значительных расстояниях.

Основными критериями работоспособности ременных передач являются: тяговая способность, определяемая силой трения между ремнем и шкивом, долговечность ремня, которая в условиях нормальной эксплуатации ограничивается разрушением ремня от усталости.

Окружные скорости на шкивах определяются по формулам

$$v_1 = \pi d_1 \cdot n_1 / 60; \quad v_2 = \pi d_2 \cdot n_2 / 60.$$

Учитывая упругое скольжение ремня, можно записать  $v_2 < v_1$

или

$$v_2 = v_1(1 - \varepsilon),$$

где  $\varepsilon$  — коэффициент скольжения.

При этом передаточное отношение  
 $u = n_1 / n_2 = v_1 d_2 / (v_2 d_1) = d_2 / [d_1(1 - \varepsilon)].$

Величина  $\varepsilon$  зависит от нагрузки, поэтому в ременной передаче передаточное отношение не является строго постоянным. При нормальных рабочих нагрузках  $\varepsilon \approx 0,0.1 \dots 0.2$ . Небольшое значение  $\varepsilon$  позволяет приближенно принимать

$$u \approx d_2 / d_1 \tag{1.1}$$

Ременные передачи используют как понижающие в мощностях  $N \leq 50 \text{ кВт}$ , линейных скоростях ремня  $V \approx 5-15 \text{ м/с}$  и передаточных отношениях  $u \leq 4$ .

**Объект выполнения работы:** макет клиноременной передачи.

### **Содержание работы**

1.Используя модель, составить кинематическую схемуременной передачи. Определить тип ремня.

2.Определить основные геометрические параметры и кинематические соотношения:

$a$  - межосевое расстояние,

$d_1, d_2$  -диаметры шкивов,

$u$  - передаточное отношение (см. (1.1)).

3.Проверить передаточное отношение, используя модель механизма. Для этого повернуть входное звено на угол  $\varphi_1$  и измерить угол поворота  $\varphi_i$  выходного звена, после чего вычислитьпередаточное отношение по формуле

$$U_{1i} = \varphi_1 / \varphi_i$$

Сравнить результаты, полученные для аналитического и экспериментального способа определения передаточногоотношения.

4.Сформулировать выводы по работе

### **Контрольные вопросы**

1.Какие передачи называются ременными, для чего они предназначены?

2.Назовите основные типы ременных передач

3.Достоинства и недостатки ременных передач.

4.Как определяется передаточное отношение механизма?

5.При известных размерах шкивов и скорость вращения ведущего шкива найти скорость ведомого шкива (или наоборот).

## **Практическая работа №5**

### **Тема: Изучение конструкций цепных передач**

Цель работы – изучение конструкций и кинематических свойств цепных передач.

#### **Общие теоретические положения**

Цепная передача принадлежит числу передач с гибкими связями (рис.3.1). Гибким звеном является цепь, входящая в зацепление с зубьями звездочек. Следовательно, цепную передачу можно классифицировать как передачу зацеплением с гибкими связями. Зацепление позволяет обойтись без предварительного натяжения цепи.

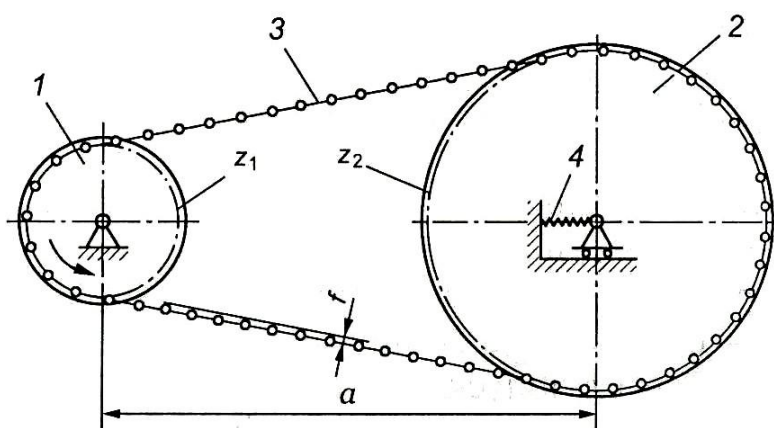


Рис. 3.1 Цепная передача:

1 – ведущая звёздочка; 2 – ведомая звёздочка; 3 – цепь; 4 –  
натяжное устройство

Цепные передачи разделяют по следующим основным признакам:

1. По типу цепей: с роликовыми (рис.3.2,а), с втулочными(рис. 3.2,б), с зубчатыми(рис. 3.2,в);
2. По числу рядов цепи делят на однорядные (рис.3.2,а) и многорядные (рис.3.2,б);
3. По числу ведомых звездочек: двухзвенные (рис.3.2) и многозвенные (рис.3.3).

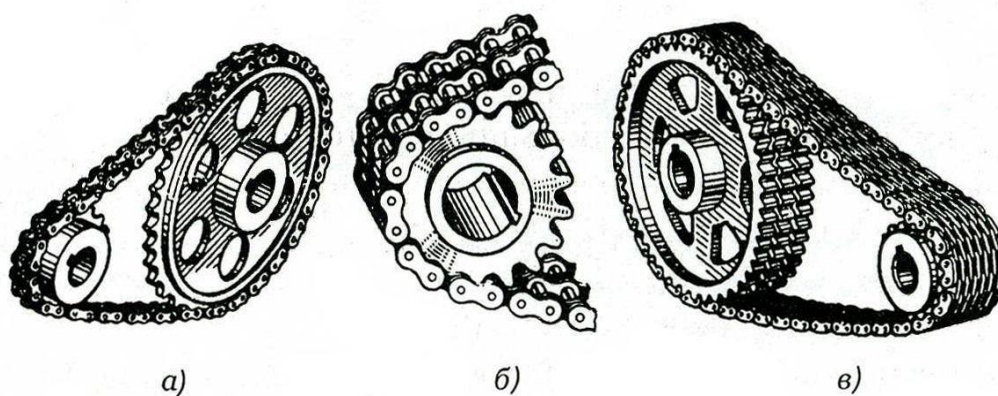


Рис. 3.2. Типы цепных передач:

*a* – с роликовой цепью; *б* – с втулочной цепью;  
*в* – с зубчатой цепью

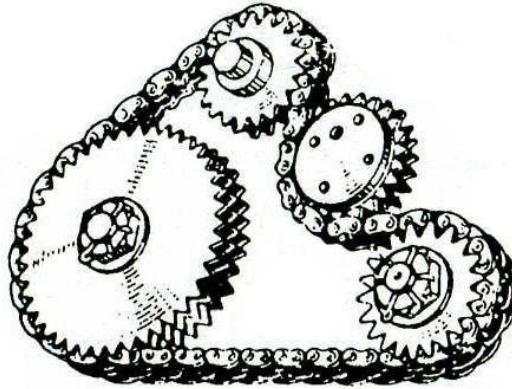


Рис. 3.3. Многозвенная цепная передача. На рис.3.4 - 3.6 показаны конструкции приводных цепей.

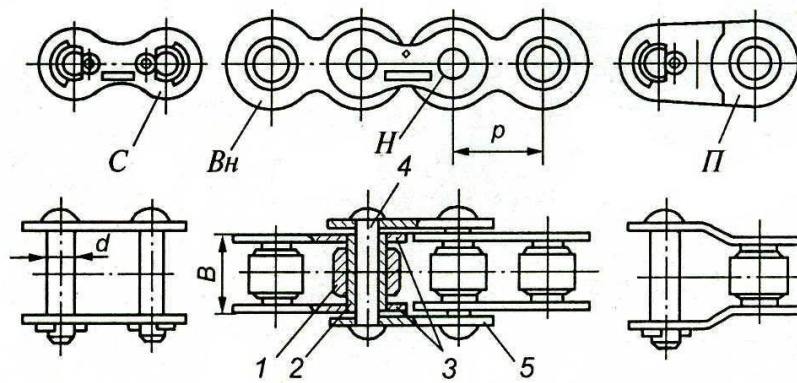


Рис. 3.4. Роликовая цепь:

1 – ролик; 2 – втулка; 3 – пластины внутреннего звена; 4 – валик; 5 – пластины наружного звена

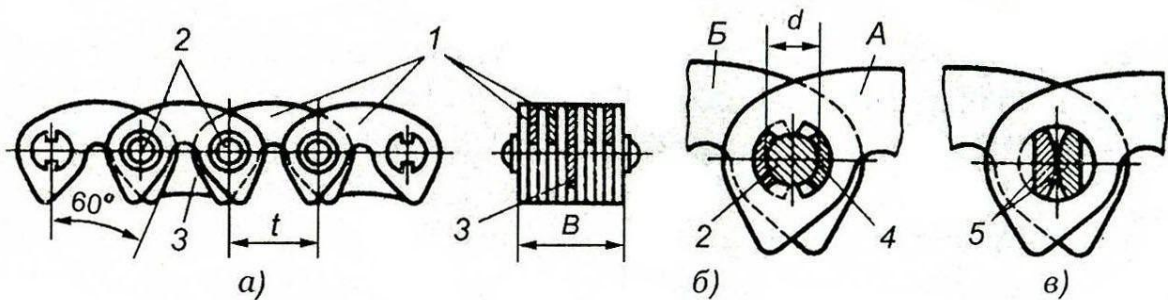


Рис. 3.6. Зубчатая цепь:

1 – пластины; 2 – валики; 3 – направляющие пластины; 4 – шарнир; 5 – призмы

Основные геометрические соотношения цепных передач



следующие.

*Передаточное отношение*

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (3.1)$$

где  $\omega_1, \omega_2$  – угловая скорость соответственно ведущей и ведомой звёздочки;  $z_1, z_2$  – число зубьев соответственно ведущей и ведомой звёздочки

Передаточное отношение цепных передач обычно находится в диапазоне  $u = 2 - 6$

Межосевое расстояние обычно находится в диапазоне:

$$a \geq (30 - 50)t ,$$

где  $t$  - шаг цепи.

Допускаемая величина стрелы провисания

$$f = (0,002 - 0,004)a.$$

*Делительный диаметр звездочки*

$$d = \frac{t}{\sin(180^\circ / z)} .$$

Достоинства цепной передачи: высокий КПД (0.95 – 0.97), отсутствие проскальзывания цепи, меньшие, чем в ременных передачах нагрузки на валы, возможность передачи крутящего момента на сравнительно большие расстояния.

Недостатки: шум, необходимость применения натяжных устройств

### Содержание работы

1.Используя модель, составить кинематическую схему цепной передачи. Определить тип цепи.

2.Определить (измерить) основные геометрические параметры и кинематические соотношения:

$a$  - межосевое расстояние,

$z_1, z_2$  - числа зубьев звездочек,

$d_1, d_2$  - делительные диаметры звездочек,

$u$  - передаточное отношение (см. (3.1)),

$t$  - шаг цепи.

1. Проверить передаточное отношение, используя модель механизма. Для этого повернуть входное звено на угол  $\varphi_1$  и измерить угол поворота  $\varphi_i$  выходного звена, после чего вычислить передаточное отношение по формуле

$$U_{1i} = \varphi_1 / \varphi_i$$

Сравнить результаты, полученные для аналитического и экспериментального способа определения передаточного отношения.

2. Сформулировать выводы по работе

## Контрольные вопросы

1. Какие передачи называются цепными?
2. Достоинства и недостатки цепных передач.
3. Особенности применения той или иной цепи.
4. Как определяется передаточное отношение цепной передачи?
5. При известных размерах звездочек и скорости вращения ведущей звездочки найти скорость ведомой звездочки (или наоборот).

### Практическое занятие №6.

#### Тема: Расчет ременных передач

**Цель занятия:** изучение типов ременных передач, приобретение навыков проверки и регулирования натяжения.

**Общие теоретические сведения и примеры решения задач[1].**

#### Порядок выполнения практического занятия

1. Опрос по теме изученного материала.
2. Ознакомиться с примером решения задач.
3. Для закрепления материала решить задачи.
4. Составить отчет.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить требуемые размеры сечения прорезиненного ремня, выбрав тип его по стандарту, для следующих условий: привод к ленточному транспортеру; работа в две смены; передаваемая мощность  $P_1=10$  кВт; диаметры шкивов  $d_1=200$  мм,  $d_2 = 450$  мм;  $a = 1000$  мм; угол  $\alpha = 30^\circ$ ; угловая скорость  $\omega_1 = 100$  рад/с;  $\sigma_0 = 1,8$  Н/мм<sup>2</sup>.

**Задача 2.** Ременная передача со шкивами  $D_1=400$  мм и  $D_2=1000$  мм была рассчитана при межосевом расстоянии  $a = 3$  м. Однако в дальнейшем оказалось необходимым сократить  $a$  на 1 м. Определите, как изменится длина ремня; отразится ли сокращение  $a$  на тяговой способности и долговечности ремня?

**Задача 3.** При проверке ременной передачи были замерены угловые скорости ведущего и ведомого валов:  $\omega_1=96$  с<sup>-1</sup>,  $\omega_2=23,8$  с<sup>-1</sup>.

Диаметры шкивов соответственно  $D_1= 180$  мм,  $D_2= 710$  мм. Определить коэффициент относительного скольжения  $\varepsilon$ , дать заключение о проверяемой передаче.

**Задача 4.** Какова должна быть площадь поперечного сечения хлопчатобумажного ремня для передачи от двигателя ( $P_1= 7,5$  кВт,  $n_1= 950$  об/мин) к компрессору, если диаметры шкивов  $D_1= 280$  мм,  $D_2= 500$  мм,  $a = 1500$  мм, угол наклона  $\theta = 20^\circ$ , работа в две смены.

## Практическая работа 7.

### Тема: Пользование контрольно - измерительными приборами и инструментом . Индикаторные инструменты .

**Цель работы:** изучить контрольно-измерительные средства, применяемые при работе на металлорежущем оборудовании.

#### Задание

- 1. Ознакомиться с общей классификацией контрольноизмерительных средств.
- 2. Освоить измерение размеров деталей штангенциркулем, микрометром, индикатором, щупами, плоско-параллельными концевыми мерами.
- 3. Освоить работу с калибрами, скобами, пробками и т.д.

**Материалы для работы:** инструменты, детали, предназначенные для измерения.

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ

##### Общие сведения о контрольно-измерительных средствах

**Контрольно-измерительные средства** в технике -обобщённое название группы средств, применяемых для измерения и контроля линейных и угловых размеров деталей и готовых изделий.

Технические средства с нормированными метрологическими параметрами или свойствами, предназначенные для нахождения значения физической величины опытным путём, принято называть *средствами измерения (измерительными)*.

Если же при определении значения физической величины опытным путём необходимо установить, находится ли размер в пределах нормируемых допускаемых значений, то такие средства называются *контрольными*.

Все применяемые для измерения приборы, на которых можно отсчитать значение размера, могут использоваться также для контроля.

Условно контрольно-измерительные средства разделяются на *измерительные инструменты* и *измерительные приборы*. Наиболее часто к инструментам относят простейшие средства (линейки, калибры, штангенциркули), а к приборам - более сложные (профилометры, микрокаторы и т.д.).

В государственных стандартах принято укрупнённое разделение контрольно-измерительных средств на меры и измерительные приборы.

К мерам относят контрольно-измерительные средства, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера (например, концевые меры, калибры).

К измерительным приборам относят средства измерения, выдающие сигнал измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия

наблюдателем (оператором). Например, в аналоговых приборах показания, т.е. значения измеряемых величин, определяют по отсчётному устройству. В регистрирующих приборах предусмотрена регистрация показаний самописцем и печатающим устройством.

По принципу действия различают механические, оптические, электрические и пневматические измерительные приборы или комбинированные - оптико-механические, пневмоэлектрические, пневмооптические и т.д.

Принцип действия прибора часто отражается в его названии, например: электроиндуктивный профилометр, пневматический прибор для измерения внутренних размеров и т.д.

В зависимости от принципа действия измерительные приборы имеют различные преобразовательные элементы.

Так, в механических приборах используют механические преобразовательные устройства: резьбовые (например, в микрометре), рычажные (в миниметре), рычажно-зубчатые, зубчатые (в индикаторе часового типа), пружинные (в микрокаторс).

В оптических измерительных приборах действие преобразовательных устройств основывается на световых явлениях; в электрических приборах - на электрических явлениях (индуктивности, фотоэлектрических эффектах и др.).

В пневматических измерительных приборах действие основано на зависимости количества воздуха, протекающего в единицу времени через отверстие, от площади самого узкого поперечного сечения этого отверстия

Основными метрологическими показателями, определяющими эксплуатационные характеристики прибора, являются: цена деления шкалы, диапазон измерений, предел и погрешность измерений.

Существует условное разделение контрольно-измерительных средств на *универсальные* и *специальные*.

К *универсальным средствам измерения* относятся те, с помощью которых измеряют и контролируют линейные величины (диаметры и длины) независимо от конфигурации контролируемой детали (штан-ген-инструмент, микрометры, скобы, оптиметры и др.).

*Специальные средства измерения* предназначаются для измерения либо деталей определенной конструктивной формы (например, зубоизмерительные приборы, резьбоизмерительный инструмент и т.д.), либо определённого параметра изделия (шероховатости, плоскостности, прямолинейности и т.д.).

По расположению относительно детали различают контрольноизмерительные средства: *накладные*, *станковые* и *приставные*. Накладные средства измерения располагаются на детали, в станковых средствах деталь располагается при измерении на приборе, приставные средства координируются вместе с деталью относительно одной базовой поверхности.

По характеру взаимодействия с деталями контрольноизмерительные средства разделяют на *контактные*, чувствительный элемент которых имеет механический контакт с

поверхностью детали, и *бесконтактные*, в которых контакт отсутствует (например, оптические и пневматические приборы).

По степени участия оператора в процессе измерения контрольно-измерительные средства разделяют на *ручные, механизированные, полуавтоматические* и *автоматические*.

Одним из основных направлений в развитии контрольно-средств является создание мер и приборов, предназначенных для использования их непосредственно на рабочих местах. Большое значение придаётся при этом разработке узкоспециализированных контрольно-измерительных средств повышенной износостойкости и точности, например, контактные части некоторых инструментов оснащают пластинками из твёрдых сплавов и алмаза, приборы с электрическими преобразовательными устройствами имеют отсчётные системы с ценой деления 1 мкм и менее.

Наиболее перспективно использование приборов для контроля параметров, которые должны быть устойчивыми в процессе изготовления деталей (например, прибор для контроля шероховатости поверхности - профилометр), приборов для контроля некруглости детали - круг-ломеров, приборов для измерения кинематической погрешности зубообрабатывающих станков и т.д. Показания таких приборов записываются обычно в виде диаграмм или в цифровой форме.

Широкое распространение получили приборы для предварительной размерной настройки положения режущего инструмента для станков с программным управлением. Такие приборы позволяют поддерживать заданную точность обработки и значительно сокращают простой оборудования.

Ускорить процесс получения результатов и уменьшить погрешность измерений позволяет использование контрольно-измерительных средств совместно с ЭВМ.

## *ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ*

Для работы надо знать, что измерительные инструменты позволяют определить действительные размеры детали и их отклонение от номинальных значений. К ним относятся: линейки измерительные, штангенциркули, микрометры, угломеры, рейсмасы, индикаторы и т.д.

Контрольные инструменты определяют только ошибки размеров и формы детали, но не указывают размер ошибок. К ним относятся предельные калибры (пробки, кольца, скобы, втулки), шаблоны, шупы, угольники, лекальные линейки и др.

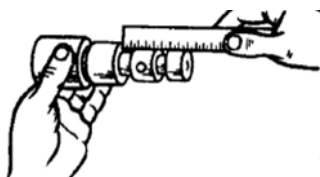
Измерение кронциркулем и нутромером представлено на рис. 2.1.

*Кронциркуль* (рис. 2.1а) — наиболее простой инструмент для грубых измерений наружных размеров обрабатываемых деталей. Кронциркуль состоит из двух изогнутых ножек, которые сидят на одной оси и могут вокруг нее вращаться. Разведя ножки кронциркуля несколько больше измеряемого размера, легким постукиванием об измеряемую деталь или какой-нибудь твердый предмет сдвигают их так, чтобы они вплотную касались наружных поверхностей измеряемой детали.

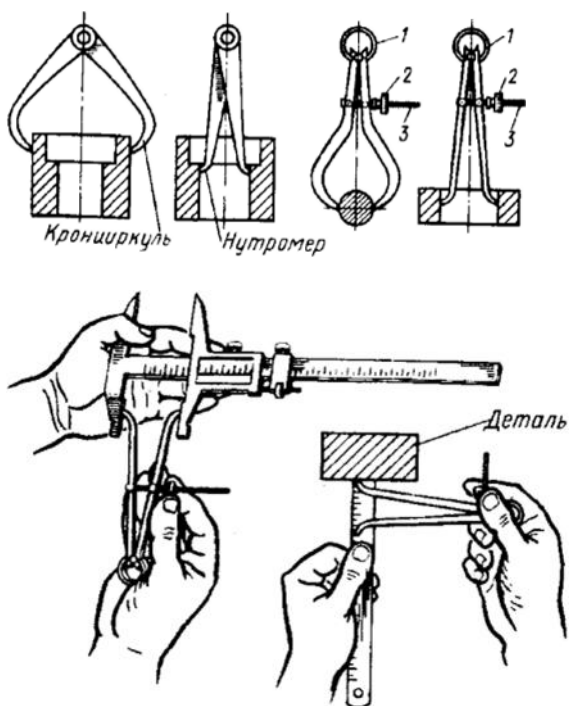
Способ переноса размера с измеряемой детали на измерительную линейку показан на рис. 2.1 в.

Для грубых измерений внутренних размеров служит нутромер, изображенный на рис. 2.1а, а также пружинный нутромер (рис. 2.1б). Устройство нутромера сходно с устройством кронциркуля; сходно также и измерение этими инструментами.

Вместо нутромера можно пользоваться кронциркулем, заводя его ножки одна за другую.



**Прием измерения линейкой**



*Рис. 2.1. Приёмы измерения кронциркулем и нутромером (а-г):*

*1 - кольцевая разжимная пружина; 2 - регулировочная гайка; 3 - винт*

*Штангенциркули* предназначены для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин и т.д. На рис. 2.2 изображены два типа штангенциркулей: с величиной отсчета 0,05 мм и с глубиномером. Использование нониуса позволяет получить отсчёт дробных частей миллиметра.

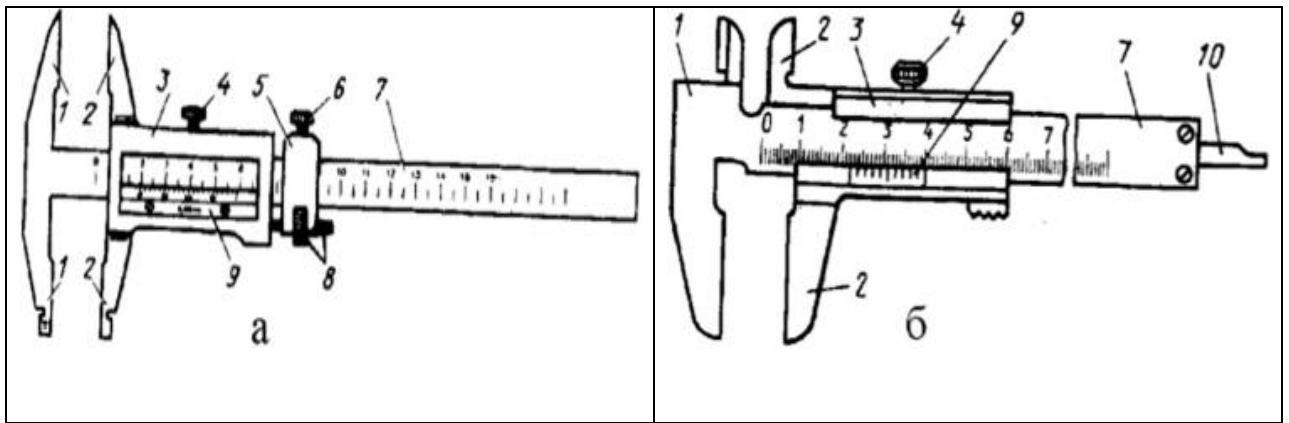


Рис. 2.2. Штангенциркули: а-с величиной отсчёта 0,05 мм;

б — с глубиномером

Микрометры предназначены для измерения наружных размеров деталей. На рис. 2.3 показаны основные элементы микрометра, а на рис. 2.4 правила отсчёта величины измерения.

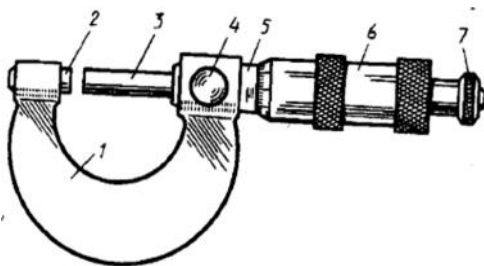


Рис. 2.3. Микрометр

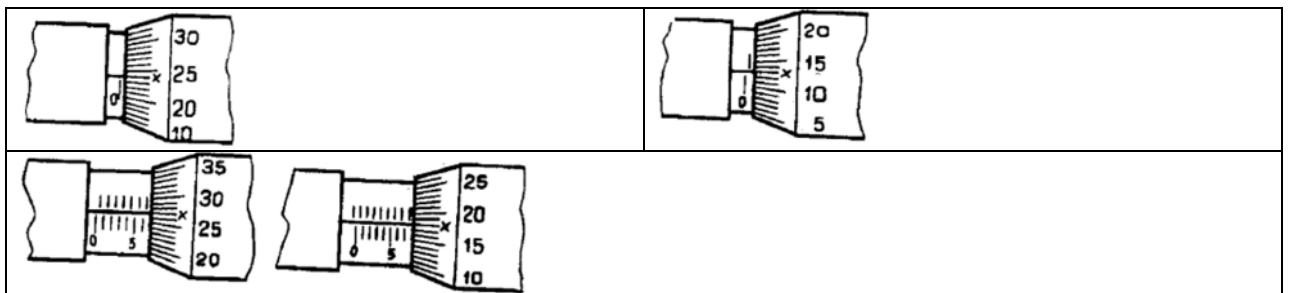


Рис. 2.4. Примеры отсчёта показаний микрометра



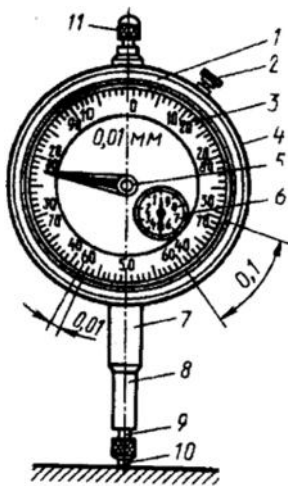


Рис. 2.5. Индикатор (измерительная головка):

- 1-корпус; 2 — стопор обода; 3 - циферблат; 4 - обод; 5- стрелка;
- 6 -указатель полных чисел оборотов; 7-гильза; 8 - стержень;
- 9 - наконечник; 10 - измерительный шарик; 11 - головка

Индикаторы (микромеры) предназначены для проверки овальности, торцевого и радиального биения и других отклонений формы и расположения поверхностей деталей или целых узлов в собранном состоянии (рис. 2.5).

Калибры предназначены для контроля размера отверстий и наружных поверхностей деталей. Обычно калибры имеют две измерительные поверхности проходной и непроходной частей. Для проверки отверстий используют калибры-пробки, а для валов - калибры-скобы.

На рис. 2.6 и 2.7 представлены калибры-пробки и калибры-скобы

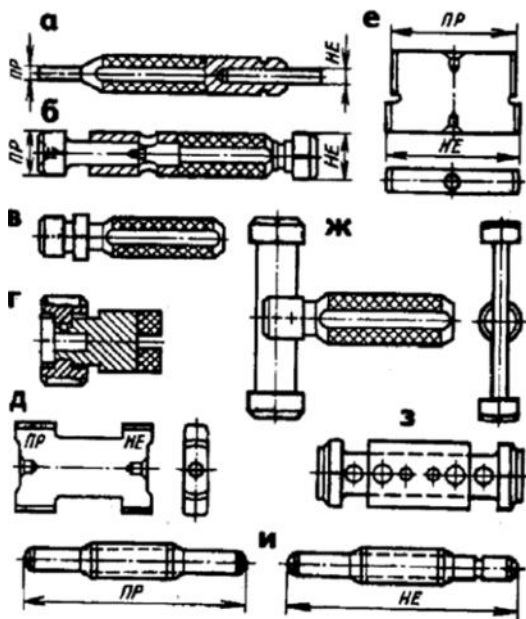
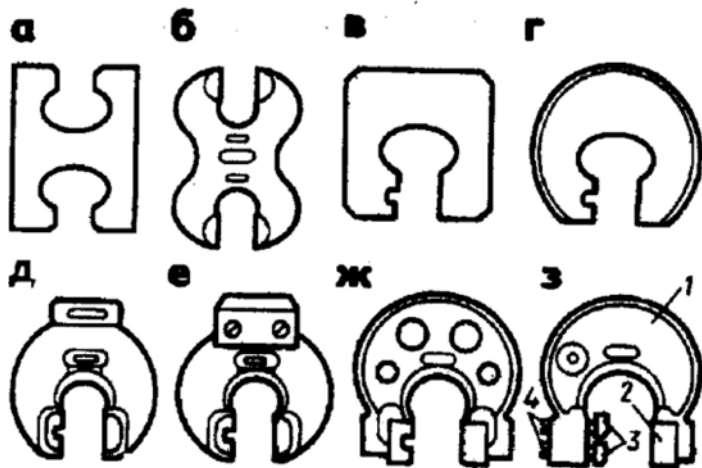


Рис. 2.6. Калибры для контроля отверстий:

*а* - из проволоки для диаметров до 3 мм; *б* - с коническими хвостовиками; *г* - с насадками; *д* - неполные листовые двусторонние; *в* — неполные листовые односторонние; *ж* - неполные односторонние с ручкой;

*з* — неполные односторонние с накладкой; *и* - предельные нутромеры (штихмасы) в комплекте из 2 шт.



*Рис. 2.7. Калибры-скобы для контроля валов:*

*а* — двусторонняя листовая; *б* - двусторонняя штампованная;

*в, г* - односторонние двухпредельные листовые; *д, в*- односторонние двухпредельные штампованные; *ж* — со вставными губками литые;

*з*-регулируемые; *1*-литой корпус; *2* - неподвижная губка;

*3* -регулируемые губки; *4* - регулируемые винты

Шаблоны применяют для проверки сложных профилей и линейных размеров и изготавливаются из листового материала.

Шаблоны для контроля линейных размеров предназначены для проверки длин, глубин и высот уступов, а также неточных деталей сложной формы, изготавливаемых по 11-17 квалитетам точности.

Примеры шаблонов показаны на рис. 2.8.

Годность изделия определяют по наличию зазора между соответствующими поверхностями шаблона и изделия. Вместо проходной и непроходной сторон у этих калибров различают стороны, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным размерам изделия.

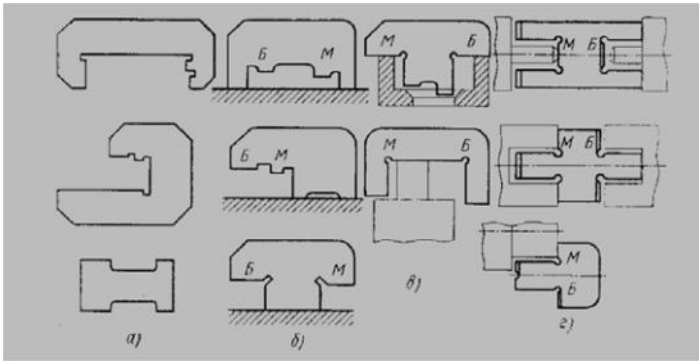


Рис. 2.8. Шаблоны для линейных размеров

Допуски предельных калибров (шаблонов) для глубин и высот уступов для 11-17 квалитетов точности установлены ГОСТ 2534-77.

Расположение полей допусков калибров зависит от направления их износа. При изготовлении калибров для собственного производства допуск на изготовление разрешается увеличить до 50 % за счет поля допуска на износ

К калибрам для проверки линейных размеров можно отнести также *щупы*, которые представляют собой пластинки из пружинной стали с параллельными измерительными плоскостями. Их применяют для проверки величины зазора между поверхностями. Щупы изготовляют с номинальными размерами от 0,02 до 1 мм длиной 50, 100 или 200 мм. Щупы применяют для измерения размера зазора между сопрягаемыми поверхностями деталей.

Резьбовые калибры (пробки и кольца) применяют для контроля внутренних и наружных резьб.

*Плоскопараллельные концевые меры* длины применяют для переноса размера единицы длины на изделие (при разметке), проверки и настройки средств измерения (микрометров, калибров-скоб и других), непосредственного измерения размеров изделий, приспособлений, штампов, при наладке станков и т.п. (рис. 2.9). На рис. 2.10 показаны приёмы измерения и разметки плоскопараллельными концевыми мерами.

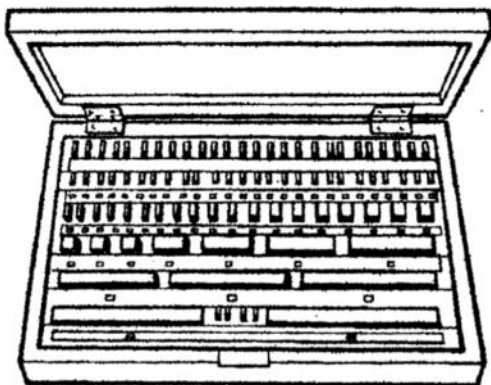
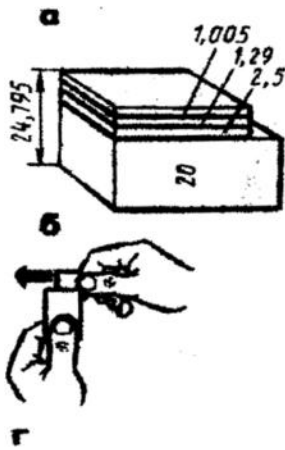


Рис. 2.9. Набор плоскопараллельных концевых мер длины в футляре



*Рис. 2.10. Приёмы измерения и разметки плоскопараллельными концевыми мерами длины*

**Вопросы для самопроверки**

1. Что такое измерительные средства?
2. Что такое контрольные средства?
3. Что относят к мерам, а что - к измерительным приборам?
4. Понятие контрольно-измерительных средств: универсальных и специальных.
5. Для чего предназначен штангенциркуль?
6. Назначение микрометра, индикатора.
7. Назначение калибров, скоб, шаблонов.
8. Назначение плоскопараллельных концевых мер.
9. Назовите основные метрологические показатели, определяющие эксплуатационные характеристики прибора или инструмента.